

С.Н. ЛЕКАХ,
А.Г. СЛУЦКИЙ, канд-ты техн.наук,
В.Л. ТРИБУШЕВСКИЙ (БПИ)

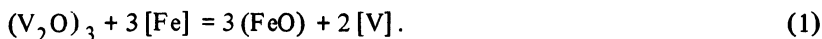
АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗ ШЛАКА ОКИСЛОВ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПЛАВКЕ ЧУГУНА

Отличительными свойствами многих природнолегируемых материалов и отходов производства является присутствие в них в виде окислов ценных легирующих элементов. Это обуславливает особенности технологии плавки чугуна, которые заключаются в совмещении периодов плавления шихты с восстановлением окислов из шлака.

Применительно к процессу легирования чугуна за счет шлаковой фазы разработана методика термодинамического расчета конечного равновесного состояния с учетом начального содержания легирующего элемента в металле и шлаке.

Данная методика позволяет также анализировать протекание параллельных реакций путем решения системы уравнений. Расчеты выполнялись на примере восстановления ванадия. Равновесные содержания ванадия в металле и шлаке для реакции с участием углерода и кремния (с учетом легирования в количестве 0,36 % V) показали чрезвычайно низкое конечное содержание окиси ванадия в шлаке, находящемся в равновесии с углеродом и кремнием, что свидетельствует о стремлении к практически 100 %-ному восстановлению ванадия.

Из практики известно, что столь полно реакции восстановления ванадия происходят в реальных условиях не могут. Это обусловлено контактом шлака с атмосферным кислородом, который вызывает окисление железа. В присутствии окислов железа возможно протекание реакции окисления растворенного в чугуне ванадия



Принимая во внимание то, что содержание легирующих элементов в чугуне обычно не превышает несколько процентов, активность железа можно принять равной единице. Тогда

$$K_{Fe} = \frac{(a_V)^2 (a_{FeO})^3}{a_{V_2O_3}} = \frac{f_V^2 [V]^2 (j_{FeO} N_{FeO})^3}{j_{V_2O_3} N_{V_2O_3}}. \quad (2)$$

Отсюда следует, что между отношением $\frac{(V_2O_3)}{[V]}$ и $(a_{FeO})^3$ должна существовать линейная зависимость, что подтверждено экспериментами при плавке стали [1].

Для проверки полученных расчетных данных в лабораторных условиях выплавлялись высокоуглеродистые сплавы железа совместно с синтетическими шлаками, содержащими V_2O_3 и различное количество FeO (от 0 до 30 %).

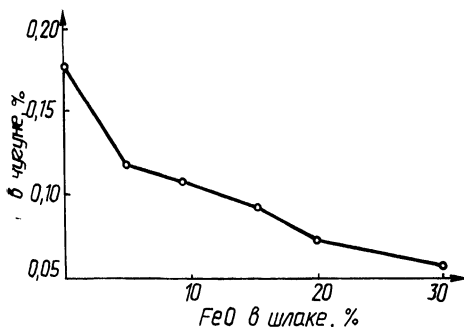


Рис. 1. Влияние добавки в шлак FeO на содержание ванадия в чугуне

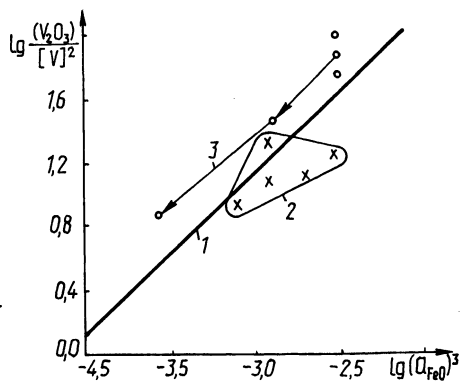


Рис. 2. Влияние активности FeO на распределение ванадия между шлаком и чугуном:
 расчетная зависимость (1), экспериментальные значения при плавке металлизированных окатышей с загрузкой на жидкую ванну (2) и в твердую металлозавалку (3)

Опыты проводили в печи сопротивления в атмосфере аргона. Результаты экспериментов показаны на рис. 1, из которого видно, что при увеличении количества FeO в шлаке конечная концентрация ванадия в чугуне снижается. Установлено, что при высокотемпературной плавке восстановление идет преимущественно углеродом, в низкотемпературной — кремнием.

На рис. 2 представлена расчетная зависимость (1) в сопоставлении с результатами производственных плавов в дуговой печи металлизированных ванадийсодержащих окатышей при загрузке на жидкую ванну (2) и в твердую металлозавалку (3). Выяснено, что экспериментальные значения близки к расчетным, причем выдержка металла в дуговой печи (3) приводит к уменьшению активности окислов железа в шлаке и увеличению степени извлечения ванадия.

Аналогичные расчеты выполнены для 13 легирующих элементов (Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W). Установлено, что, за исключением Ti и Zr, легирование чугуна можно эффективно осуществлять путем ввода окислов металлов в металлозавалку либо непосредственно в ковш. При этом усвоение, например молибдена, достигает 90–95 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закономерности прямого легирования стали ванадием/В.А. Ровкушин, Г.А. Топошиев, Ф.С. Раковский и др. — Изв. вузов. Черная металлургия, 1979, № 10, с. 11–14.